辣木在动物饲料中应用的研究进展

王　鹏　陈　婷　孙加节　习欠云　张永亮*

（广东省动物营养调控重点实验室，国家生猪种业工程技术中心，动物科学学院，华南农业大学，广州 510642）

摘　要：辣木是一种有特种经济价值的热带落叶乔木，具有产量高、适应性广、栽培简便、抗逆性强的优势，而且辣木营养价值高，叶片干物质中粗蛋白质含量高达 27%，氨基酸组成合理，含有丰富的维生素、矿物元素和不饱和脂肪酸，是一种不可多得的饲料资源。为此，本文就辣木的生物学特性和营养水平进行介绍，并综述其作为饲料资源对动物生长发育、产品品质的影响，以及在动物养殖上的保健作用，旨在为辣木作为新型饲料资源的推广与应用提供参考。

关键词：辣木饲料；饲料资源；动物保健；健康养殖

中图分类号：S816　　文献标识码：A　　文献编号：

随着人们生活水平的不断提高，我国居民对肉类的消费需求不断增加，同时人们越来越关注肉制品的质量和安全问题，对肉的品质及安全提出了更高要求，因此，有必要加快发展绿色高效养殖业。然而，随着人口数量的增加、能源危机的出现和耕地面积的减少，人畜争粮的问题严重制约着养殖业的发展速度。辣木是一种不与粮食争土地的饲料源，在国际上享有“奇迹之树”和“植物钻石”的美誉，具有营养丰富、适应性广、抗逆性强、易栽种、产量高、采收时间短等特性，作为动物饲料有良好的发展前景。

辣木原产于印度西北部和非洲东北部，古巴、非洲、东南亚等是辣木的主要种植地区，阿拉伯半岛、太平洋地区、加勒比海群岛和南美洲等地也均有种植。目前亚洲种植面积最大，

收稿日期：2017-12-14

基金项目：辣木在生猪养殖中的应用研究（h2015155）；辣木饲料研究与推广（15RZNJ-62）；木本饲料在奶牛养殖中的应用研究（h2015103）；木本饲料在肉羊和奶牛养殖中的应用研究（h2015312）；畜禽饲料高效利用关键技术研究（2011A020102009）；辣木对荷斯坦奶牛生产性能和牛奶品质的影响研究（2016A020210083）

作者简介：王　鹏(1990-)，男，安徽安庆人，硕士研究生，动物营养与饲料科学专业。E-mail: k.mtangwp@gmail.com

*通信作者：张永亮，教授，博士生导师，E-mail: 985871709@qq.com

其次是美洲和非洲。据不完全统计，目前我国辣木种植面积已经超过10 000 hm^2，广东、福建、广西、云南、台湾及海南等省份皆有种植，以云南种植最多，约6 700 hm^2，占我国辣木种植面积的60%以上[1]。广东、福建等经济发达地区在一些企业和科研机构的推动下也相继建立起了规模化、产业化的辣木种植基地。

1. 辣木的生物学特征

辣木又名鼓槌树，属白花菜目辣木科，为乔木，树皮软木质，枝有明显的皮孔及叶痕，小枝有短柔毛；目前已知有14个品种。辣木生命力强，对生长环境要求不高，即使在贫瘠的土壤中或恶劣气候条件下也能快速生长。辣木在微酸性、微碱性的土壤中均能生长，可适应沙土、黏土等各种土壤类型，在湿润环境和年干旱环境中均能顽强存活，有遮阴的情况下能忍受48 ℃的高温，也能耐受轻微的霜冻；可用种子和木栓化枝条扦插繁殖。基于这些特性，辣木被誉为“永生之树”。

2. 辣木的营养水平

辣木的叶、豆荚和种子都具有高蛋白质、低纤维的特点[2]。辣木叶粉干物质中，粗蛋白质含量在25%以上，其中真蛋白质含量高达81.3%[3]。辣木叶含有14～17种脂肪酸，其中亚麻酸占总脂肪酸的57%（表1）[4]。在辣木种子中，粗蛋白质和辣木油的含量分别为37%、34%[5]，其中辣木种子油中的不饱和脂肪酸含量为80%以上，油酸含量高达70%，脂肪酸的种类和组成与橄榄油相当[6]。辣木中氨基酸种类多、含量高，辣木叶中氨基酸种类高达17种，其中谷氨酸含量最高，占总氨基酸的14.52%，赖氨酸和苏氨酸含量较高（表1）[7]，可作为较好的蛋白质来源。辣木叶中含有大量的维生素，其中胡萝卜素、B族维生素、维生素C、维生素E、叶酸、泛酸和生物素含量较高（表1）[8]。辣木叶中含有钙、镁、磷、钾、钠、硫6种巨量元素和锌、铜、铁、锰、硒5种微量元素（表1）[9]，因此，辣木叶粉可作为一种铁补充剂用于治疗和改善动物机体性能[10]。

表1 辣木叶部分营养成分含量（干物质基础）

Table 1 Partial nutritional component contents of *Moringa oleifera* leaves （DM basis）[4,9,11-12]

项目 Items	含量 Content
粗蛋白质 CP/%	27.60
粗脂肪 EE/%	8.65
粗纤维 CF/%	7.12
总淀粉 Total starch/%	5.65

总黄酮 Total flavonoids/%	1.09
总糖 Total sugar/%	15.12
氨基酸类 Amino acids/%	
天门冬氨酸 Asp	2.16
苏氨酸 Thr	1.66
丝氨酸 Ser	1.06
谷氨酸 Glu	2.86
甘氨酸 Gly	1.09
丙氨酸 Ala	1.56
半胱氨酸 Cys	0.26
缬氨酸 Val	1.82
蛋氨酸 Met	0.25
异亮氨酸 Ile	1.66
亮氨酸 Leu	2.18
酪氨酸 Tyr	0.96
苯丙氨酸 Phe	1.48
赖氨酸 Lys	1.83
组氨酸 His	0.76
精氨酸 Arg	1.26
脯氨酸 Pro	0.66
维生素类 Vitamins/（mg/kg）	
维生素 E VE	1 130.0
β-胡萝卜素 β-carotene	603.6
维生素 B_2 VB_2	19.0
维生素 C VC	368.0
烟酸 Niacin	19.2
泛酸 Pantothenic acid	891.0
矿物元素类 Mineral elements/（mg/kg）	
钾 K	2 225
钙 Ca	2 039
磷 P	885
镁 Mg	289
钠 Na	141
铁 Fe	365
锰 Mn	78.3
锌 Zn	29.6

硒 Se	0.135
脂肪酸类（占总脂肪酸的百分比）Fatty acids（percentage of total fatty acids）/%	
亚麻酸 Linolenic acid	56.87
棕榈酸 Palmitic acid	23.28
亚油酸 Linoleic acid	6.11
油酸 Oleic acid	5.12
花生四烯酸 Arachidonate	0.21
不饱和脂肪酸 Unsaturated fatty acids	70.42
多不饱和脂肪酸 Polyunsaturated fatty acids	63.19

辣木活性物质主要是黄酮、多糖、多酚类物质。异硫氰酸酯是多酚类物质的一种，在辣木中的含量丰富，具有很强的抗氧化能力[13]。此外，辣木叶片中含有蔷薇苷、辣木碱、玉米素、辣木素、山奈酚、绿原酸等物质，这些物质具有一定的抗氧化、抗肿瘤、抗菌的功效，因此辣木也是一种天然的多功能保健品。

辣木作为一种非常规饲料，抗营养因子含量少，多以酚类和皂苷为主，酚类物质的浓度要远低于动物中毒的阈值水平，而皂苷是一种惰性物质，对动物无毒害作用。根据报道，辣木叶粉中的单宁、胰蛋白酶抑制剂、硝酸盐和草酸的含量分别为20.7 mg/g、1.45 TIU/g、17 mg/g和10.5 mg/g[14]。基于这些数据，辣木在饲料中确实有广阔的应用前景。

3 辣木在动物饲料中的应用

3.1 在猪饲粮中的应用

研究表明，辣木叶粉可作为优质蛋白质饲料源。在芒采猪饲粮中添加辣木叶粉对其生长无负面影响，并且有利于维持氮平衡，提高氮的消化利用率[15]。张婷婷等[16]在三元杂育肥猪的基础饲粮中分别添加 3%、6%、9%的辣木叶粉，结果发现，与对照组相比，6%剂量组育肥猪的终末体重、平均日增重、胴体直长均显著升高，背膘厚度显著降低；3%和 6%剂量组育肥猪的料重比显著降低；6%和 9%剂量组育肥猪的血清超氧化物歧化酶活性、肌肉超氧化物歧化酶活性和总抗氧化能力显著提高；各剂量组育肥猪的血清丙二醛含量均显著降低；

但各剂量组育肥猪肌肉干物质、粗蛋白质和粗脂肪含量无显著变化。Mukumbo 等[17]在基础饲粮中分别添加 2.5%、5.0%和 7.5%的辣木叶粉饲喂生长育肥猪，结果发现，辣木叶粉添加量不高于 5.0%时对生长育肥猪的生长性能、饲料转化率、肉品质均无不良影响，并且能提高猪肉的货架期；当饲料中辣木叶粉的添加量达到 7.5%时，日采食量显著提高，饲料转化率显著降低。也有研究得出辣木叶粉对育肥猪的生长性能产生了负面影响。如 Ruckli 等[18]研究发现，用 15.56%辣木叶粉替代 7.18%的豆粕饲喂生长育肥猪，可造成平均日采食量、日增重、胴体重显著降低，但皮下脂肪降低且瘦肉率升高，从整体试验结果来看，将辣木叶粉作为育肥猪的蛋白质源和豆粕相比存在一定的劣势，但就肉质而言更符合现代人健康的饮食风格。其主要原因可能是辣木叶粉口感偏苦，在猪饲粮中添加过多会影响整体饲粮的口感，从而对猪的日采食量、日增重等产生一定的负面影响，因此，可以考虑在添加辣木叶粉的同时添加适量甜味剂改善饲粮的适口性。总结以上研究报道得出，适量辣木叶粉添加到生长育肥猪基础饲粮中，能提高氮的消化利用率，提高育肥猪的生长性能和抗氧化功能，改善肉品质，但添加过量的辣木叶粉会影响育肥猪的采食量，最适添加量为 6%。辣木不仅在育肥猪上有研究，在仔猪上也有相关应用报道。Pfaff[19]用辣木叶水提物喂断奶仔猪，发现对断奶仔猪生长无不良影响，且和对照组相比日增重有上升的趋势。

3.2 在兔饲粮中的应用

Dougnon[20]研究发现，将辣木叶粉分别按0（对照）、10%和15%的比例添加到兔的饲粮中，发现添加组和对照组相比，日增重、饲料转化率、粗蛋白质利用率均显著提高，且15%添加组兔的生长性能和胴体品质有显著的改善。Safwat等[21]研究发现在兔饲粮中辣木叶粉添加量不超过40%时对兔的生长性能和胴体品质无不良影响，并且在兔养殖中能提高经济效益。Nuhu[22]将辣木叶粉分别按0（对照）、5%、10%、15%和20%的添加量替代混合饲粮中的豆粕饲喂幼兔，各试验组的日增重均显著高于对照组，且随着辣木叶粉添加量的增加，日增重有上升趋势。Sun等[23]研究发现，在基础饲粮中分别添加0（对照）、10%、20%、30%的辣木叶粉代替苜蓿草粉，20%添加量组兔的日增重和饲料转化率显著高于对照组；饲粮中添加辣木叶粉显著提高了兔的生长性能和肉品质，且对血液生化指标有明显的改善作用。由上述研究结果可知，辣木叶粉添加到兔饲粮中可以提高兔的生长性能和胴体品质，改善机体的抗氧化功能和血液指标。

3.3 在奶牛饲粮中的应用

辣木主要以青饲料、青贮饲料的形式应用于奶牛饲粮中。将新鲜辣木叶和青贮辣木叶作为主要粗饲料饲喂奶牛，与以象草为主要粗饲料饲喂奶牛的对照组相比，青贮辣木叶试验组的蛋白质、纤维消化率提高，产奶量和乳成分均没有显著差异。用新鲜辣木饲喂奶牛，牛

奶中有股令人愉悦的鲜草风味和清香，且不影响牛奶的颜色和外观[24]。Cohen-zinder等[25]将辣木叶、小麦草、蜜糖混合一起做青贮饲料饲喂奶牛，奶牛产奶量提高了1.91%，4%校正乳产量提高了4.26%，且牛奶中抗氧化性得到提高。青贮辣木可以替代部分苜蓿干草和青贮玉米饲喂奶牛，且对奶牛的产奶量、养分消化率、血清生化指标无负面影响[26]。Mendieta等[27]用辣木叶粉替代奶牛饲粮中的豆粕后发现，除了粗蛋白质的消化率降低之外，其他消化吸收指标均无显著差异，且不影响乳成分。张幸怡等[28]用辣木梗叶替代基础饲粮中50%苜蓿，发现饲喂辣木梗叶的奶牛干物质采食量和产奶量都有升高的趋势，且显著提高了牛乳中乳蛋白率、乳蛋白产量和乳总固形物含量；同时，饲喂辣木梗叶的奶牛血浆中总抗氧化能力、抑制羟自由基能力以及免疫球蛋白含量均显著提高，血浆中丙二醛、胆固醇和甘油三酯含量均显著降低。由上述研究结果可知，适量辣木添加到奶牛饲粮中能提高乳产量和乳品质，改善奶牛机体抗氧化和免疫功能，可将其作为优质粗饲料应用于奶牛的生产实践中。

3.4 在山羊饲粮中的应用

Kholif 等[29]用辣木叶粉替代山羊饲粮中 50%以上的芝麻粉，发现辣木叶粉能提高山羊的采食量，完善机体的消化功能，显著提高羊乳的产量和乳品质，并可提高羊肉中不饱和脂肪酸、共轭亚油酸的含量，改善了肉品质，充分证明了辣木叶粉可以作为一种蛋白质饲料资源代替芝麻粉饲喂山羊。Kholif 等[30]还对辣木叶青贮、新鲜辣木叶和辣木干草替代羊饲粮中的芝麻粉的效果做了比较，发现辣木叶青贮的效果优于鲜辣木叶和辣木干草。Moyo 等[31-32]用辣木叶粉饲喂杂交科萨垂耳山羊，山羊的生长性能和胴体品质明显提高，羊肉色泽更加红润，烹饪后的羊肉口感、风味都有明显的改善。Sultana 等[33]用辣木叶粉和象形草按不同配比混合饲喂山羊，发现粗蛋白质的消化率与辣木叶粉的添加比例呈正向线性相关，氮在动物体内的滞留率显著提高。总结以上研究成果可知，饲粮中添加适量辣木叶粉可以提高山羊的粗蛋白质利用率、生长性能、羊乳的产量和品质，并可改善胴体品质。

3.5 在禽类饲粮中的应用

辣木营养成分丰富，可以作为肉鸡和蛋鸡的饲料原料。有研究报道，在鸡饲粮中添加辣木叶粉量达到 15%时，对血液和血清生化指标的均无不良影响[34]。Kumar 等[35]在肉鸡基础饲粮中分别添加 0（对照）、5%、10%、15%、20%的辣木叶粉，与对照组相比，添加辣木叶粉组的血清总胆固醇和甘油三酯含量显著下降，脂肪酸含量显著上升，当辣木叶粉添加量为 5%时既能提高经济效益又能提高鸡肉品质。用辣木叶提取物饲喂科布肉鸡，能提高鸡肉的肉品质和抗氧化能力[36]。另有研究表明，当辣木叶粉添加量达到 20%对血脂指标（甘油三酯、总胆固醇、高密度脂蛋白、低密度脂蛋白和极低密度脂蛋白含量）和血液学指标（血红蛋白含量、红细胞数量、血小板数量和白细胞数量）都有明显的改善作用[37]。Hassan 等[38]

也发现在肉鸡饲粮中添加辣木叶粉能改善血液学指标、血液生化指标，并可提高肉鸡的抗热应激能力。此外，William 等[39]发现，随着辣木叶粉量的增加，肉鸡血浆中总蛋白的含量显著上升，可能原因是辣木叶粉中的抗氧化物质通过调节机体的皮质酮分泌限制蛋白质的分解代谢，从而提高血清总蛋白含量。Khan 等[40]在玉米基础饲粮中依次添加 0（对照）、0.6%、0.9%、1.2%、1.5%的辣木叶粉，结果发现，饲粮中添加辣木叶粉对肉鸡的采食量、饲料转化率、法氏囊重量、上皮内淋巴细胞数量均无显著影响；当辣木叶粉添加量达到 1.2%时，体重、小肠长度和重量均显著高于其他组，十二指肠、空肠、回肠的绒毛高度和回肠的隐窝深度高均显著高于对照组，十二指肠中的杯状细胞总数以及肠道的酸性黏蛋白计数、法氏囊计数显著高于对照组；饲粮中辣木叶粉的最适添加量为 1.2%。Teteh 等[41]将伊莎褐鸡分成 3 组，在基础饲粮中依次添加 0（对照）、1%、2%的辣木叶粉，在试验进行到 56 d 时，辣木叶粉的添加对鸡的肠道有明显的延伸作用。此外，辣木叶粉具有改善产品颜色的功能，添加辣木叶粉能够提高肉鸡鸡冠、喙和腿的着色[42]。总结以上研究成果得出，辣木叶粉能改善肉鸡的肠道结构，进而提高肠道的消化吸收能力，对肉鸡的肉品质也有明显的提高作用，并且可以提高机体的抗氧化能力，改善血液指标，帮助机体维持在健康稳定的状态。

此外，辣木叶粉还具有改善蛋品质的作用。据报道，辣木叶粉对蛋鸡的生产性能、蛋品质、蛋黄营养成分和血清生化指标无不良影响，同时能显著提高蛋黄颜色，降低血清总胆固醇和低密度脂蛋白胆固醇含量[43]。Lu 等[44]在玉米-豆粕饲粮中分别添加 0（对照）、5%、10%、15%的辣木叶粉饲喂海兰灰蛋鸡，发现蛋鸡采食量和蛋重各组之间无显著差异，15%剂量组的饲料转化率显著高于对照组，5%剂量组的蛋黄颜色明显比对照组蛋黄颜色要深，建议最适添加量为 5%，此时既可以提高蛋黄颜色值和蛋白质吸收，且对蛋鸡产蛋性能及蛋品质无不良影响。随辣木叶粉添加量的升高，鸡蛋中蛋白所占比例显著提高[45]。在蛋鸡饲粮中添加 2.5%、5.0%的辣木叶粉均能够显著提高鸡蛋的蛋白高度[46-47]。因此，辣木添加到饲粮中对蛋鸡的生产性能，蛋品质无不良影响，而且还能提高蛋黄颜色值以及鸡蛋中蛋白所占比例，因此可以通过添加不同剂量的辣木叶粉，调整蛋白和蛋黄的比例，满足人们的食用需求。

辣木在水禽上应用的报道比较少见。研究者在清远鹅的基础饲粮中分别添加 0（对照）、2%、4%、6%、8%、10%的辣木茎粉，结果发现，随着辣木茎粉添加量的增加，料重比呈上升趋势；当辣木茎粉添加量达到 8%时，鹅的料重比显著高于对照组；辣木茎粉添加量达到一定水时平会提高清远鹅的肌肉和脂肪比例，因此，可根据人们食用需求，使用适宜比例的辣木茎粉饲养瘦肉型清远鹅；当辣木茎粉使用量为 6%时，血清总蛋白、白蛋白和低密度脂蛋白含量以及乳酸脱氢酶活性均显著低于其他组，可能原因是当辣木茎粉添加量为 6%时，辣木茎粉中的活性成分可降低血清蛋白质含量；辣木茎粉对鹅的器官、肠道发育以及胸肌肉色和 pH 没有不良影响。因此，建议鹅饲粮中辣木茎粉的添加量在 6%以内，并注意蛋白质饲料的补充[48]。

3.6 在水产动物饲料中的应用

有研究报道了辣木叶粉对罗非鱼的生长和饲料利用的影响，以15%的辣木叶粉替代鱼饲料中8.7%的次粉和6.3%的菜籽粕构成全价颗粒饲料配方，结果发现试验组罗非鱼平均鱼体终重和平均增重均比对照组显著提高，饲料系数则比对照组显著降低，但试验组罗非鱼存活率比对照组略低[49]。有研究报道，在红鳍银鲫的基础饲料中分别添加0（对照）、2%和6%的辣木叶粉，试验进行到28 d后发现饲料中添加辣木叶粉会使试验鱼的平均体重显著高于对照组，肌细胞生长速率也增加，并且发现有新的肌纤维生成，由此可以看出辣木不但对红鳍银鲫的健康没有负面影响，而且还能提高红鳍银鲫的生长性能[50]。Astuti等[51]将乙醇萃取后的辣木叶粉与桑叶进行了对比试验，发现两者均可替代尼罗罗非鱼基础饲料中30%的鱼粉，且辣木叶粉的饲喂效果最佳。但是辣木叶粉中有一些抗营养因子，如多酚、单宁、皂甙、植酸等，当饲料中辣木叶粉添加量超过25%时对鱼类的生长和健康有一定的影响，因此在添加剂量上要给予重视[52]。由以上研究结果可知，饲料中适量添加辣木叶粉可以提高鱼类的生长性能，降低饲料系数，过量添加辣木可能会影响鱼类的生长和健康。

4　小　结

饲用植物资源是发展养殖业的基础，近年来，我国饲料短缺与养殖业迅速发展的矛盾日益突出，常规饲料已无法满足市场需求，严重制约了我国养殖业的发展。发展木本饲料作为新型饲料资源，对我国养殖业从大国向强国的转变和粮食安全具有重要的战略性意义。辣木营养丰富，且具有易栽种、生物产量高、生长迅速等特性，作为动物饲料有巨大的发展前景。国内外研究已证实适量的辣木添加到饲料中能提高动物的生长性能，对肉、蛋、奶产量和品质都有明显改善作用。然而，辣木从木本植物到饲料产品中间还存在一系列问题。辣木属于热带亚热带植物，目前只在我国南方有少量种植，所以针对不同地区的生态适应性尚需进一步引种试验，扩大辣木的种植面积；辣木的收割和作为饲料的加工工艺还不健全；在不同动物的试验数据比较匮缺，需要更多的动物试验做参考。因此，实现辣木饲料产业化依旧任重而道远，需要在辣木饲料的研究与推广中投入更多的精力，以便为我国的饲料资源开辟新路径。

参考文献：

[1] 严炜,李亚男,段春芳,等.云南辣木发展现状及对策分析[C]//中国热带作物学会2016年学术年会论文集.南宁:中国热带作物学会,2016.

[2] KAKENGI A M V,SHEMA M N,SARWATT S V,et al.Can *Moringa oleifera* be used as a supplement for ruminants?[J].Asian-Australian Journal of Animal Science,2005,18(1):42-47.

[3] 刘昌芬,李国华.辣木的营养价值[J].热带农业科技,2004,27(1):4-7.

[4] SÁNCHEZ-MACHADO D I,NÚÑEZ-GASTÉLUM J A,REYES-MORENO C,et al.Nutritional quality of edible parts of *Moringa oleifera*[J].Food Analytical Method,2010,3(3):175–180.

[5] 段琼芬,李迅,陈思多,等.辣木营养价值的开发利用[J].安徽农业科学,2008,36(29):12670-12672.

[6] 董小英,唐胜球.辣木的营养价值及生物学功能研究[J].广东饲料,2008,17(9):39-41.

[7] 饶之坤,封良燕,李聪,等.辣木营养成分分析研究[J].现代仪器与医疗,2007,13(2):18-20.

[8] MOYO B,MASIKA P J,HUGO A,et al.Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves[J].African Journal of Biotechnology,2013,10(60):12925–12933.

[9] 丁音琴.微波消解ICP-OES法测定辣木叶中的矿物质元素[J].福建农业科技,2014(10):11-14.

[10] SAINI R K,MANOJ P,SHETTY N P,et al.Dietary iron supplements and *Moringa oleifera* leaves influence the liver hepcidin messenger RNA expression and biochemical indices of iron status in rats[J].Nutrition Research,2014,34(7):630–638.

[11] 马李一,余建兴,张重权,等.不同干燥方法对辣木叶营养价值的影响[J].食品科学,2008,29(9):331–333.

[12] 杨东顺,樊建麟,邵金良,等.辣木不同部位主要营养成分及氨基酸含量比较分析[J].山西农业科学,2015,43(9):1110–1115.

[13] TUMER T B,ROJAS-SILVA P,POULEV A,et al.Direct and indirect antioxidant activity of polyphenol-and isothiocyanate-enriched fractions from *Moringa oleifera*[J].Journal of Agricultural and Food Chemistry,2015,63(5):1505−1513.

[14] TEIXEIRA E M B,CARVALHO M R B,NEVES V A,et al.Chemical characteristics and fractionation of proteins from *Moringa oleifera* Lam. leaves[J].Food Chemistry,2014,147:51–54.

[15] LY J,SAMKOL P,PHINY C,et al.Balance of nitrogen (N) in pigs fed with *Moringa oleifera* foliage meal[J].Revista Bio Ciencias,2016,3(4):349-358.

[16] 张婷婷,张博,司丙文等.辣木叶对育肥猪生长性能、屠宰性能、抗氧化功能和肉品质的影响[J].动物营养学报,2018,30(1):255–261.

[17] MUKUMBO F E,MAPHOSA V,HUGO A,et al.Effect of Moringa oleifera leaf meal on

finisher pig growth performance,meat quality,shelf life and fatty acid composition of pork[J].South African Journal of Animal Science,2014,44(4):388-400.

[18] RUCKLI A,BEE G.Moringa oleifera as an alternative protein source to soybean meal in pig production[J].Journal of Animal Science,2016,94(Suppl.2):60.

[19] PFAFF O,DE LOS SANTOS F S,FERNÁNDEZ F,et al.Effect of a liquid extract of *Moringa oleifera* on body weight gain and overall body weight of weaning pigs[J].International Journal of Livestock Production,2015,6(5):69–73.

[20] DOUGNON T J,ABOH B A,KPODÉKON T M,et al.Effects of substitution of pellet of Moringa oleifera to commercial feed on rabbit's digestion,growth performance and carcass trait[J].Journal of Applied Pharmaceutical Science,2012,2(9):16-17.

[21] SAFWAT A M,SARMIENTO-FRANCO L,SANTOS-RICALDE R,et al.Effect of dietary inclusion of *Leucaena leucocephala* or *Moringa oleifera* leaf meal on performance of growing rabbits.[J].Tropical Animal Health and Production,2014,46(7):1193–1198.

[22] NUHU F.Effect of Moringa leaf meal (Molm) on nutrient digestibility,growth,carcass and blood indices of weaner rabbits[D].Master thesis.Kumasi:Kwame Nkrumah University of Science and Technology,2010.

[23] SUN B,ZHANG Y,DING M,et al.Effects of *Moringa oleifera* leaves as a substitute for alfalfa meal on nutrient digestibility,growth performance,carcass trait,meat quality,antioxidant capacity and biochemical parameters of rabbits[J].Journal of Animal Physiology & Animal Nutrition,2017,102(1):194–203.

[24] MENDIETA-ARAICA B,SPÖRNDLY E,REYES-SÁNCHEZ N,et al.Feeding *Moringa oleifera* fresh or ensiled to dairy cows—Effects on milk yield and milk flavor[J].Tropical Animal Health and Production,2011,43(5):1039–1047.

[25] COHEN-ZINDER M,LEIBOVICH H,VAKNIN Y,et al.Effect of feeding lactating cows with ensiled mixture of *Moringa oleifera*,wheat hay and molasses,on digestibility and efficiency of milk production[J].Animal Feed Science and Technology,2016,211:75–83.

[26] ZENG B,SUN J J,CHEN T,et al.Effects of *Moringa oleifera* silage on milk yield,nutrient digestibility and serum biochemical indexes of lactating dairy cows[J].Journal of Animal

Physiology & Animal Nutrition,2018,102(1):75–81.

[27] MENDIETA-ARAICA B,SPÖRNDLY R,REYES-SÁNCHEZ N,et al.Moringa (*Moringa oleifera*) leaf meal as a source of protein in locally produced concentrates for dairy cows fed low protein diets in tropical areas[J].Livestock Science,2011,137(1/2/3):10–17.

[28] 张幸怡,林聪,李洋,等.辣木梗叶对奶牛生产性能及血浆生化、抗氧化和免疫指标的影响[J].动物营养学报,2017,29(2):628–635.

[29] KHOLIF A E,GOUDA G A,MORSY T A,et al.*Moringa oleifera*,leaf meal as a protein source in lactating goat's diets:Feed intake,digestibility,ruminal fermentation,milk yield and composition,and its fatty acids profile[J].Small Ruminant Research,2015,129:129–137.

[30] KHOLIF A E,MORSY T A,GOUDA G A,et al.Effect of feeding diets with processed *Moringa oleifera*,meal as protein source in lactating Anglo-Nubian goats[J].Animal Feed Science and Technology,2016,217:45–55.

[31] MOYO B,MASIKA P J,MUCHENJE V.Effect of supplementing crossbred Xhosa lop-eared goat castrates with *Moringa oleifera* leaves on growth performance,carcass and non-carcass characteristics[J].Tropical Animal Health and Production,2012,44(4):801–809.

[32] MOYO B,MASIKA P J,MUCHENJE V.Effect of feeding Moringa (*Moringa oleifera*) leaf meal on the physico-chemical characteristics and sensory properties of goat meat.[J].South African Journal of Animal Science,2014,44(1):64-70.

[33] SULTANA N,ALIMON A R,HUQUE K S,et al.Evaluation of moringa foliage (*Moringa oleifera*) as goat feed[J].Iranian Journal of Applied Animal Science,2015,5(4):865–871.

[34] TIJANI L,AKANJI A,AGBALAYA K,et al.Effect of moringa leaf meal supplementation on haematological and serum biochemical profile of broiler chicken[J].Indian Journal of Animal Nutrition,2016,33(1):75–80.

[35] KUMAR A,KUMAR K,KUMAR S,et al.Effect of feeding different level of Moringa oleifera leaf meal on growth performance,lipid profile and meat fatty acid composition of Vanaraja chicken in tropics[J].The Indian Journal of Animal Sciences,2017,87(5):644–648.

[36] KARTHIVASHAN G,ARULSELVAN P,ALIMON A R,et al.Competing role of bioactive constituents in *Moringa oleifera* extract and conventional nutrition feed on the performance

of Cobb 500 broilers[J].BioMed Research International,2015,2015:970398.

[37] ALNIDAWI N A A,ALI H F M,ABDELGAYED S S,et al.Moringa oleifera leaves in broiler diets:effect on chicken performance and health[J].Food Science and Quality Management,2017,58:40-48.

[38] HASSAN H M A,EL-MONIARY M M,HAMOUDA Y,et al.Effect of different levels of moringa oleifera leaves meal on productive performance,carcass characteristics and some blood parameters of broiler chicks reared under heat stress conditions[J].Asian Journal of Animal and Veterinary Advances,2016,11(1):60–66.

[39] ASANTE W J,NASARE I L,TOM-DERY D,et al.Nutrient composition of Moringa oleifera leaves from two agro ecological zones in Ghana[J].African Journal of Plant Science,2014,8(1):65–71.

[40] KHAN I,ZANEB H,MASOOD S,et al.Effect of *Moringa oleifera* leaf powder supplementation on growth performance and intestinal morphology in broiler chickens[J].Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition,2017,101(Suppl.1):114–121.

[41] TETEH A,VOEMESSE K,AGBONON A,et al.Effect of Moringa oleifera leaves on feed transit and morphometric parameters of the digestive tract of layer pullets and laying hens[J].European Poultry Science,2017,doi:10.1399/eps.2017.173.

[42] DONKOR A M,GLOVER R L K,ADDAE D,et al.Estimating the nutritional value of the leaves of moringaoleifera on poultry[J].Food and Nutrition Sciences,2013,4(11):1077-1083.

[43] 习欠云,曾斌,兰伟,等.辣木叶粉对蛋鸡生产性能、蛋品质和血清生化指标的影响[J].饲料工业,2015,36(16):10–15.

[44] LU W,WANG J,ZHANG H J,et al.Evaluation of *Moringa oleifera* leaf in laying hens:effects on laying performance,egg quality,plasma biochemistry and organ histopathological indices[J].Italian Journal of Animal Science,2016,15(4):658–665.

[45] ABOU-ELEZZ F M K,SARMIENTO-FRANCO L,SANTOS-RICALDE R,et al.Nutritional effects of dietary inclusion of *Leucaena leucocephala* and *Moringa oleifera* leaf meal on Rhode Island Red hens' performance[J].Cuban Journal of Agricultural Science,2011,45(2):163–169.

[46] EBENEBE C I,ANIGBOGU C C,ANIZOBA M A,et al.Effect of various levels of *Moringa* leaf meal on the egg quality of Isa brown breed of layers[J].Advances in Life Science and

Technology,2013,14:45–49.
[47] TESFAYE E B,ANIMUT G M,URGE M L,et al.Cassava root chips and *Moringa oleifera* leaf meal as alternative feed ingredients in the layer ration[J].The Journal of Applied Poultry Research,2014,23(4):614–624.
[48] 李苗苗.辣木茎粉对鹅饲用价值的研究[D].硕士学位论文.广州:华南农业大学,2016.
[49] 韩如刚,蔡志华,梁国鲁,等.辣木叶粉在鱼饲料中的应用研究[J].安徽农业科学,2013,41(4):1537–1538.
[50] SIRIMONGKOLVORAKUL S,JIRAUNGKOORSKUL W,KOSAI P,et al.Effect of feeding different levels of *Moringa oleifera* on growth performance and potential role in muscle proteins in fish *Puntius altus*[J].Walailak Journal of Science & Technology,2015,12(6):565–571.
[51] ASTUTI D A,BECKER K,RICHTER N.Energy and protein balance of nile tilapia fed with moringa and mulberry leaves[J].Journal of Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia,2012,15(1):71-79.
[52] HLOPHE S N.Utilisation of *Moringa oleifera* (moringa) and pennisetum glandestinum (kikuyu) leaf meals by three commonly cultured fish species in south africa:tilapia rendalli,oreochromis,mossambicus and clarias gariepinus[D].Ph.D.thesis.Limpopo:University of Limpopo,2015.

Research Progress in the Application of *Moringa oleifera* in Animal Feed

WANG Peng CHEN Ting SUN Jiajie XI Qianyun ZHANG Yongliang*
(*Guangdong Provincial Key Laboratory of Animal Nutrition Control*, *National Engineering Research Center For Breeding Swine Industry*, *College of Animal Science*, *South China Agricultural University*, *Guangzhou* 510642, *China*)

Abstract： *Moringa oleifera* is tropical deciduous tree has special economic value, with the advantages of high yield, wide adaptability, easy cultivation and strong resistance. Furthermore，*Moringa oleifera* has high nutritional value, and the crude protein content was up to 27% on dry matter in leaves, as well as reasonable composition of amino acids, rich in vitamins, minerals and unsaturated fatty acids. It is a rare feed resource. This paper summarized the biological

characteristics and the nutritional levels of *Moringa oleifera*, the effects of *Moringa oleifera* as feed on the growth and development, and the products quality of animal, as well as the health care function of *Moringa oleifera* as feed resource on animal breeding, aiming to provide reference for the popularization and application of *Moringa oleifera* as a new type feed resource.

Key words: *moringa oleifera* feed; feed resource; animal health care; healthy breeding

---

∗Corresponding author, professor, E-mail: 985871709@qq.com （责任编辑　菅景颖）